



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 198 26 381 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁶:
F 16 H 15/40

②1 Aktenzeichen: 198 26 381.3
②2 Anmeldetag: 12. 6. 98
④3 Offenlegungstag: 16. 12. 99

DE 198 26 381 A 1

⑦1 Anmelder:
Albersinger, Georg, 83024 Rosenheim, DE

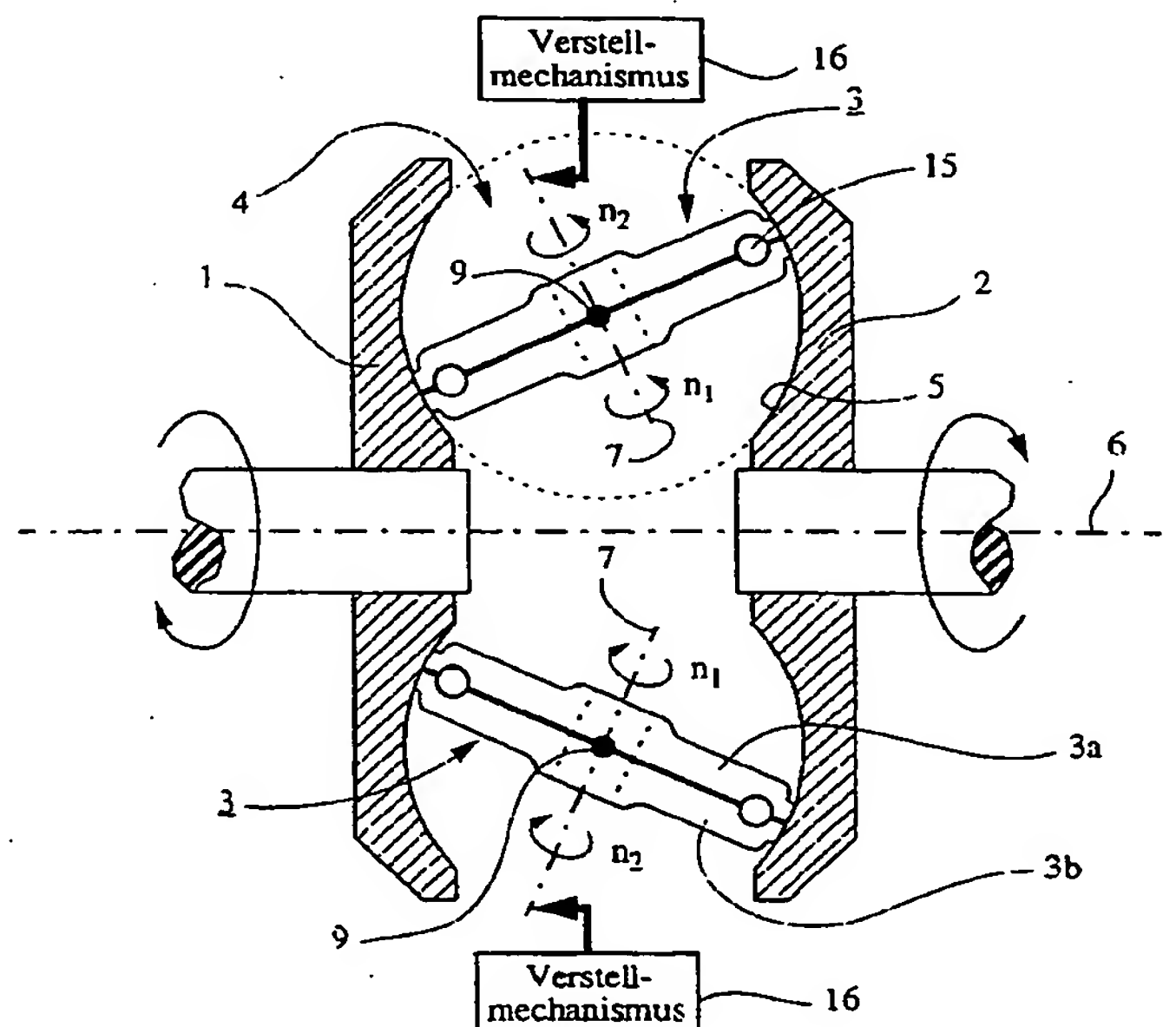
⑦4 Vertreter:
Konle, T., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 81247 München

⑦2 Erfinder:
gleich Anmelder

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Stufenlos verstellbares Wälzgetriebe nach dem Toroidprinzip

⑤7 Stufenlos verstellbares Wälzgetriebe nach dem Toroidprinzip, umfassend bekanntermaßen eine Antriebs- und eine Abtriebsscheibe (1, 2), welche sich auf einer gemeinsamen Getriebedrehachse (6) gegenüberliegen. Jede Scheibe (1, 2) weist eine rotationssymmetrische Ausnehmung (5) auf, die mit der rotationssymmetrischen Ausnehmung (5) der jeweils anderen Scheibe (2) einen torusförmigen Ringraum (4) zumindest teilweise umschließt. In dem Ringraum (4) ist eine Gruppe von Rollern (3; 30; 300) um eine Rotationsachse (7) drehbar gelagert. Die Roller (3; 30; 300) sind ferner mit ihrer Rotationsachse (7) um eine Querachse (9a) schwenkbar gelagert, wobei die umfangseitige Lauffläche (5a) jedes Rollers (3; 30; 300) einen kraftschlüssigen Kontakt mit den Oberflächen der rotationssymmetrischen Ausnehmungen (5) beider Scheiben (1, 2) bildet. Zum Positionieren und Verstellen der Roller (3; 30; 300) in dem Ringraum (4) dient eine Halte- und Verstellvorrichtung (8). Um Bohrreibung an den Berührungslinien (Kraftübertragungslinien) zwischen Toroidscheiben und Rollern wesentlich zu verringern, wird vorgeschlagen, daß jeder Roller (3; 30; 300) zwei- oder mehrteilig mit zwei oder mehreren Rollkörpern (3a, 3b; 30a, 30b; 300a, 300b, 300c) ausgebildet ist, derart, daß die umfangseitige Lauffläche (5a) jedes Rollers (3; 30; 300) aus den einzelnen umfangseitigen Laufflächen (5a) der einzelnen Rollkörper (3a, 3b; 30a, 30b; 300a, 300b, 300c) zusammengesetzt ist, und daß die einzelnen Rollkörper (3a, 3b; ...



DE 198 26 381 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf ein stufenlos verstellbares Wälzgetriebe zur Drehzahl- und Drehmomentwandlung nach dem Toroidprinzip.

Bekannte Wälzgetriebe nach dem Toroidprinzip (im folgenden als "Toroidsysteme" bezeichnet) unterscheiden sich im wesentlichen in Halb- und Volltoroidausführungen, wobei nachfolgend für die Zwecke der Erfindungsbeschreibung nur das Volltoroidprinzip betrachtet werden soll. Die Hauptelemente des Volltoroidprinzips sind je eine An- und Abtriebsscheibe, welche jeweils rotationssymmetrisch um ihren Achsmittelpunkt mit zwei ringsegmentförmigen Ausnehmungen versehen sind: Diese Ausnehmungen umschließen zumindest teilweise einen torusförmigen Ringraum. In diesem Ringraum sind planetenförmig mehrere Roller zur Kraftübertragung zwischen An- und Abtriebsscheibe angeordnet. Jeder Roller wird von zugeordneten Halterungen positioniert und in der Neigung seiner Rotationsachse verstellt. In einer Einstellung der Roller mit ihrem Durchmesser parallel zur Getriebedrehachse beträgt das Übersetzungsverhältnis zwischen An- und Abtriebsscheibe 1 : 1. Durch Schwenken der Rotationsachsen der Roller läßt sich das Übersetzungsverhältnis über oder unter den Wert 1 : 1 verändern. Die Kraftübertragung erfolgt durch Reibkraftschluß mittels einer hohen Anpressung der Roller gegen die An- und Abtriebsscheiben (Toroidscheiben).

Ein wesentlicher Nachteil bekannter Ausführungen des Volltoroidprinzips besteht in der hohen Bohrreibung an den Berührungslinien (Kraftübertragungslinien) zwischen Toroidscheiben und Rollern aufgrund von stark unterschiedlichen Umfangsgeschwindigkeiten im Bereich ihrer Rollerlaufflächen. Diese hohe Bohrreibung schränkt die Leistungsfähigkeit und den Wirkungsgrad solcher Wälzgetriebe empfindlich ein.

Die Aufgabe der Erfindung besteht demgegenüber darin, ein stufenlos verstellbares Wälzgetriebe der genannten Art zu schaffen, bei welchem die Bohrreibung an den Berührungslinien (Kraftübertragungslinien) zwischen Toroidscheiben und Rollern wesentlich verringert ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Wälzgetriebes ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die Erfindung beruht auf der Überlegung, jeden Roller in zwei oder mehrere Rollkörper aufzuteilen, die relativ zueinander rotieren können und gegebenenfalls auch unterschiedliche Drehachsen aufweisen können. Die Unterschiede hinsichtlich der Umfangsgeschwindigkeiten an den einzelnen Rollkörpern sind wesentlich geringer als bei einem ungeteilten Roller. Diese geringeren Umfangsgeschwindigkeitsdifferenzen verursachen entsprechend geringere Bohrreibungsverluste, so daß insgesamt die Leistungsfähigkeit und der Wirkungsgrad des erfindungsgemäßen Wälzgetriebes gegenüber den bekannten Ausführungen von Volltoroidsystemen erheblich verbessert ist.

Die Erfindung wird nachstehend anhand von Ausführungsbeispielen in den Zeichnungen erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 einen Axialschnitt eines stufenlos verstellbaren Wälzgetriebes in einer schematischen Gesamtdarstellung mit Rollern gemäß einer ersten Ausführungsform mit zwei Rollkörpern, die sich in einer Schrägstellung zur Getriebedrehachse befinden;

Fig. 2 ein halber Axialschnitt der Ausführungsform nach **Fig. 1** mit einem Roller in achsparalleler Stellung entsprechend einem Übersetzungsverhältnis von 1 : 1;

Fig. 3 eine ausschnittsweise perspektivische Darstellung

einer weiteren Ausführungsform eines Rollers mit zwei Rollkörpern in achsparalleler Stellung bezüglich der Getriebedrehachse, bei welcher beide Rollkörper mit ihren Rotationsachsen relativ zueinander schwenkbar sind;

Fig. 4 einen Axialschnitt der Ausführungsform nach **Fig. 3**, wobei der gezeigte Roller schräg bezüglich der Getriebedrehachse gestellt ist und die beiden Rollkörper des Rollers asymmetrisch zueinander stehen;

Fig. 5 einen Axialschnitt einer weiteren Ausführungsform des Rollers mit drei Rollkörpern in achsparalleler Stellung, bei welcher alle Rollkörper in ihrer Lafebene zueinander schwenkbar sind, und

Fig. 6 einen Axialschnitt der Ausführungsform nach **Fig. 5**, wobei der gezeigte Roller schräg bezüglich der Getriebedrehachse gestellt ist und die drei Rollkörper des Rollers asymmetrisch zueinander stehen.

Die in den **Fig. 1** bis **6** dargestellten Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Wälzgetriebes umfassen in an sich bekannter Weise zwei Toroidscheiben **1**, **2** (Antrieb und Abtrieb), welche um eine gemeinsame Getriebedrehachse **6** gegensinnig zueinander drehbar sind. Beispielsweise wird die Toroidscheibe **1** von einem nicht gezeigten Antriebsmotor (Verbrennungsmotor, elektrischer oder hydraulischer Motor) angetrieben, während die gegenüberliegende Toroidscheibe **2** mit dem Abtriebsstrang eines Fahrzeugs oder Maschine verbunden ist. Die Scheiben **1**, **2** sind jeweils rotationssymmetrisch um ihren Achsmittelpunkt mit zwei ringsegmentförmigen Ausnehmungen **5** versehen. Die Ausnehmungen **5** umschließen zumindest teilweise einen torusförmigen Ringraum **4**. In dem Ringraum **4** sind planetenförmig mehrere Roller **3** (**Fig. 1** und **2**), **30** (**Fig. 3** und **4**) bzw. **300** (**Fig. 5** und **6**) zur Kraftübertragung zwischen den Toroidscheiben **1** und **2** angeordnet.

Erfindungswesentlich ist, daß die Roller **3** bzw. **30** bzw. **300** in zwei (**Fig. 1** bis **4**) oder mehrere, z. B. drei (**Fig. 5** und **6**) Rollkörper **3a**, **3b** bzw. **30a**, **30b** bzw. **300a**, **300b**, **300c** aufgeteilt sind. Diese Aufteilung in zwei oder mehrere Rollkörper erfolgt derart, daß die umfangseitige Lauffläche **5a** jedes Rollers **3** bzw. **30** bzw. **300** aus den einzelnen umfangseitigen Laufflächen **5a** der einzelnen Rollkörper **3a**, **3b** bzw. **30a**, **30b** bzw. **300a**, **300b**, **300c** zusammengesetzt ist. Des weiteren sind die einzelnen Rollkörper **3a**, **3b** bzw. **30a**, **30b** bzw. **300a**, **300b**, **300c** relativ zueinander drehbar.

Ausgehend von einer parallelen Einstellung der Roller **3** zur Getriebedrehachse **6** (**Fig. 2**) entsprechend einem Übersetzungsverhältnis von 1 : 1 ermöglicht die zwei- oder mehrteilige Ausführung der Roller **3** bzw. **30** bzw. **300** eine Teilung der Umfangsgeschwindigkeitsdifferenz innerhalb der Rollerlauffläche **5a** an den Scheiben **1**, **2**. Wie **Fig. 2** für den Fall des betrachteten Übersetzungsverhältnisses von 1 : 1 zeigt, weist der äußere Rollkörper **3b** den größeren radialen Abstand r_2 bezüglich der Getriebedrehachse **6** auf als der innere Rollkörper **3a** mit dem radialen Abstand r_1 . Infolge der unterschiedlichen radialen Abstände r_1 und r_2 weisen die Rollkörper **3a**, **3b** trotz gleichem Übersetzungsverhältnis von 1 : 1 unterschiedliche Umfangsgeschwindigkeiten auf, mit der Folge, daß sich die Rollkörper **3a**, **3b** relativ zueinander um die Rotationsachse **7** mit unterschiedlichen Drehzahlen n_1 , n_2 drehen können. Der daraus resultierende Drehzahlunterschied n_1 zu n_2 zwischen äußerem Rollkörper **3b** (mit radialem Abstand r_2) und innerem Rollkörper **3a** (mit radialem Abstand r_1) ergibt eine erhebliche Senkung des Bohrreibungsanteils im Vergleich zum Stand der Technik mit ungeteilten Rollern und gleichem Übersetzungsverhältnis von 1 : 1. Alternativ kann bei gleichbleibendem Bohrreibungsanteil die umfangseitige Lauffläche **5a** des Rollers **3** bzw. **30** bzw. **300** verbreitert und damit die spezifische Leistung des Systems erhöht werden.

Eine Kraftübertragung auf Reibkraftbasis wie beim Toroidprinzip erfordert eine hohe Anpressung der Übertragungsteile an ihren Kontaktstellen 5a. Die Anpresskraft in Verbindung mit dem kreishogenförmigen Querschnitt des Ringraums 4 ergibt eine Orientierung aller Rollkörper 3a, 3b bzw. 30a, 30b bzw. 300a, 300b, 300c des Rollers 3 bzw. 30 bzw. 300 axial zueinander in Richtung ihres gemeinsamen Mittelpunkts 9. Um die Relativdrehzahl der Rollkörper 3a, 3b bzw. 30a, 30b bzw. 300a, 300b, 300c jedes Rollers 3 bzw. 30 bzw. 300 zueinander möglichst verlustfrei zu gestalten, sind Axiallagerelemente 15, z. B. Wälzlager, vorgesehen. Die Verschwenkung der Rotationsachsen 7 der Roller 3 bzw. 30 bzw. 300 zur Änderung des Übersetzungsverhältnisses erfolgt in gleicher Weise wie beim Stand der Technik.

Im Falle einer Schrägstellung der Roller 3 bei der ersten Ausführungsform nach Fig. 1 entsteht zusätzlich zur Drehzahldifferenz n_1, n_2 zwischen den Rollkörpern 3a, 3b eine Differenz in deren Übersetzungsverhältnissen infolge der unterschiedlichen Laufbahnradien. Daraus resultiert ein unerwünschter Schlupf an den Laufflächen 5a der Roller 3, welcher eine Verringerung des erzielten Reibungsvorteils dieser erfindungsgemäßen Anordnung bewirkt.

Um auch dieses Problem zu lösen, ist bei der zweiten Ausführungsform nach Fig. 3 und 4 beim Roller 30 zumindest einer der beiden Rollkörper 30a, 30b des Rollers 30 zusätzlich um eine Querachse 9a schwenkbar ausgeführt, welche durch den gemeinsamen Mittelpunkt 9 beider Rollkörper 30a, 30b verläuft und senkrecht zur Getriebedrehachse 6 orientiert ist. Wie Fig. 4 zeigt, ermöglicht diese zusätzliche Schwenkbarkeit den Rollkörpern 30a, 30b eine voneinander unabhängige Anpassung ihrer Winkelstellung an die asymmetrischen Übersetzungsverhältnisse bei Schrägstellung. Dies bedeutet in der Praxis einen geringeren Abstand 10a der Rollkörper 30a, 30b auf der Seite des kleineren Laufbahndurchmessers bei gleichzeitiger Vergrößerung des Abstands 10b auf der Seite des größeren Laufbahndurchmessers. Es ist anzunehmen, daß sich die Rollkörper 30a, 30b selbsttätig in die jeweilige Optimalstellung zueinander ausrichten, indem sie dem geringsten Rollwiderstand folgen. Es kann dazu auch eine entsprechende Zwangssteuerung vorgesehen werden. Um einer unerwünschten Taumelbewegung der Rollkörper 30a, 30b um die Längsachse 6 vorzubeugen, kann ein Stabilisierungselement 14 vorgesehen werden, welches ausschließlich ein Schwenken der Rollkörper 30a, 30b um die Querachse 9a zuläßt. Alle Bereiche des Rollers 30, an denen Relativbewegungen auftreten, sind reibungsarm ausgeführt.

Eine in Fig. 5 und 6 dargestellte dritte Ausführungsform der Roller 300 ist mit drei Rollkörpern 300a, 300b, 300c ausgebildet. Der mittlere Rollkörper 300c ist starr wie ein herkömmlicher Einzelroller ausgebildet und gibt die Orientierung in der Laufbahn vor. Dieser Mittelrollkörper 300c ist in seinem Zentrum ballig erweitert. Die Umfangsflächen dieser balligen Erweiterung verlaufen kugelförmig bezüglich des Mittelpunktes 9 des Rollers 300. Auf diesen kugeligen Umfangsflächen sind die beiden äußeren Rollkörper 300a, 300b sphärisch gelagert, wodurch sie um den Mittelpunkt 9 sowohl schwenkbar als auch drehbar sind. Zwischen der balligen Erweiterung des mittleren Rollkörpers 300c und den einzelnen äußeren Rollkörpern 300a, 300b ist jeweils ein ringförmiger Hohlraum 17 ausgebildet, welcher zur Aufnahme eines hydrostatischen Mediums geeignet ist. Dieses Medium ermöglicht durch axiale Ausdehnung eine gesteuerte, individuelle Anpressung der äußeren Rollkörper 300a, 300b an die Toroidscheiben 1, 2. Die schwenkbare Ausführung der äußeren Rollkörper 300a, 300b dient ähnlich wie bei der Ausführungsform nach Fig. 3 und 4 dem Ausgleich der Differenz in den Übersetzungsverhältnissen

bei Schrägstellung des Rollers 300, und zwar speziell im Falle von Fig. 5 und 6 einer Anpassung an ein vorgegebenes Übersetzungsverhältnis des mittleren Rollkörpers 300c.

Die mehrteilige Ausführung der Roller bringt eine wesentliche Erhöhung der Leistungsdichte der Volltoroidsysteme bei gleicher Baugröße. Da die Gesamtlauflächenbreite und damit die für die Leistungsübertragung entscheidende Lauffläche 5a wesentlich vergrößert werden kann, läßt sich gleichzeitig der Bohrreibungsanteil senken. Der Aufwand zum Umbau von vorhandenen Toroidsystemen ist im Verhältnis zu diesen Vorteilen äußerst gering.

Patentansprüche

1. Stufenlos verstellbares Wälzgetriebe nach dem Toroidprinzip, mit

- einer Antriebs- und einer Abtriebsscheibe (1, 2), welche sich auf einer gemeinsamen Getriebedrehachse (6) gegenüberliegen, wobei jede Scheibe (1, 2) eine rotationssymmetrische Ausnehmung (5) aufweist, die mit der rotationssymmetrischen Ausnehmung (5) der jeweils anderen Scheibe (2) einen torusförmigen Ringraum (4) zumindest teilweise umschließt,

- einer Gruppe von Rollern (3; 30; 300) welche in dem Ringraum (4) um eine Rotationsachse (7) drehbar und mit ihrer Rotationsachse (7) um eine Querachse (9a) schwenkbar gelagert sind, wobei die umfangseitige Lauffläche (5a) jedes Rollers (3; 30; 300) einen kraftschlüssigen Kontakt mit den Oberflächen der rotationssymmetrischen Ausnehmungen (5) beider Scheiben (1, 2) bildet; und
- einer Halte- und Verstellvorrichtung (8) zum Positionieren und Verstellen der Roller (3; 30; 300) in dem Ringraum (4),

dadurch gekennzeichnet, daß jeder Roller (3; 30; 300) mehrteilig mit zwei oder mehreren Rollkörpern (3a, 3b; 30a, 30b; 300a, 300b, 300c) ausgebildet ist derart, daß die umfangseitige Lauffläche (5a) jedes Rollers (3; 30; 300) aus den einzelnen umfangseitigen Laufflächen (5a) der einzelnen Rollkörper (3a, 3b; 30a, 30b; 300a, 300b, 300c) zusammengesetzt ist, und daß die einzelnen Rollkörper (3a, 3b; 30a, 30b; 300a, 300b, 300c) relativ zueinander drehbar sind.

2. Stufenlos verstellbares Wälzgetriebe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen Rollkörper (30a, 30b; 300a, 300b) mit ihren Rotationsachsen (7) relativ zueinander um die Querachse (9a) schwenkbar sind (Fig. 4 und 6).

3. Stufenlos verstellbares Wälzgetriebe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens einer der Rollkörper (30b) jedes Rollers (30) durch ein Stabilisierungselement (14) geführt wird, welches eine relative Schwenkbewegung bezüglich des anderen Rollkörpers (30a) ausschließlich um die Querachse (9a) gestattet und eine Schwenkbewegung um die Getriebedrehachse (6) verhindert.

4. Stufenlos verstellbares Wälzgetriebe nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß im Falle eines Rollers (300) aus drei Rollkörpern (300a, 300b, 300c) zwischen dem mittleren Rollkörper (300c) und den beiden äußeren Rollkörpern (300a, 300b) ein ringförmiger, hydrostatisch dichter Hohlraum (17) ausgebildet ist, welcher unter Zuführung eines hydrostatischen Mediums eine Verbreiterung des Rollers (300) in Richtung der Rotationsachse (7) bewirkt.

5. Wälzgetriebe nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen Rollkörper (3a, 3b;

30a, 30b; 300a, 300b, 300c) reibungsarm relativ zueinander drehbar und schwenkbar gelagert sind.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

FIG. 1

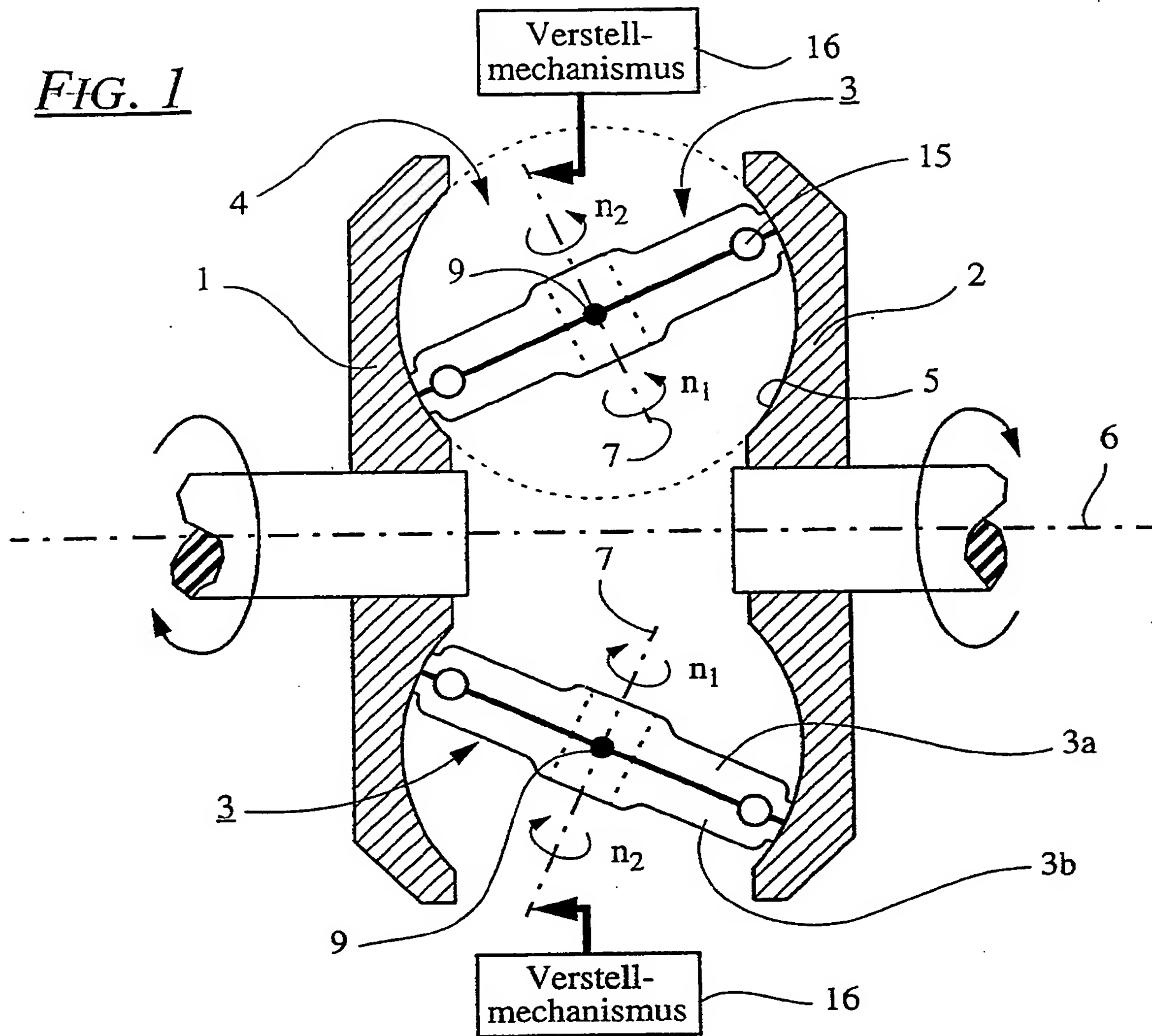


FIG. 2

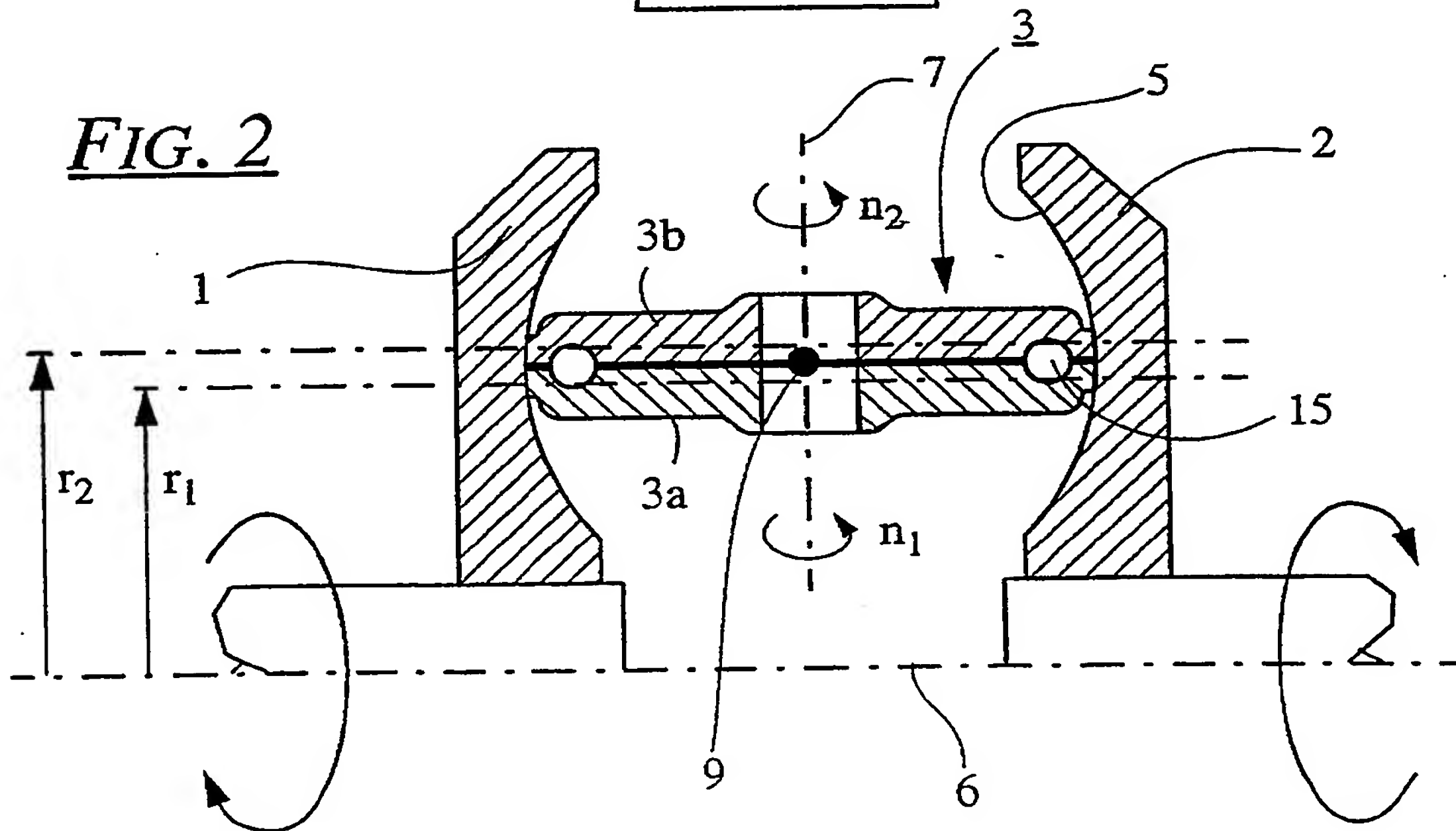


FIG. 3

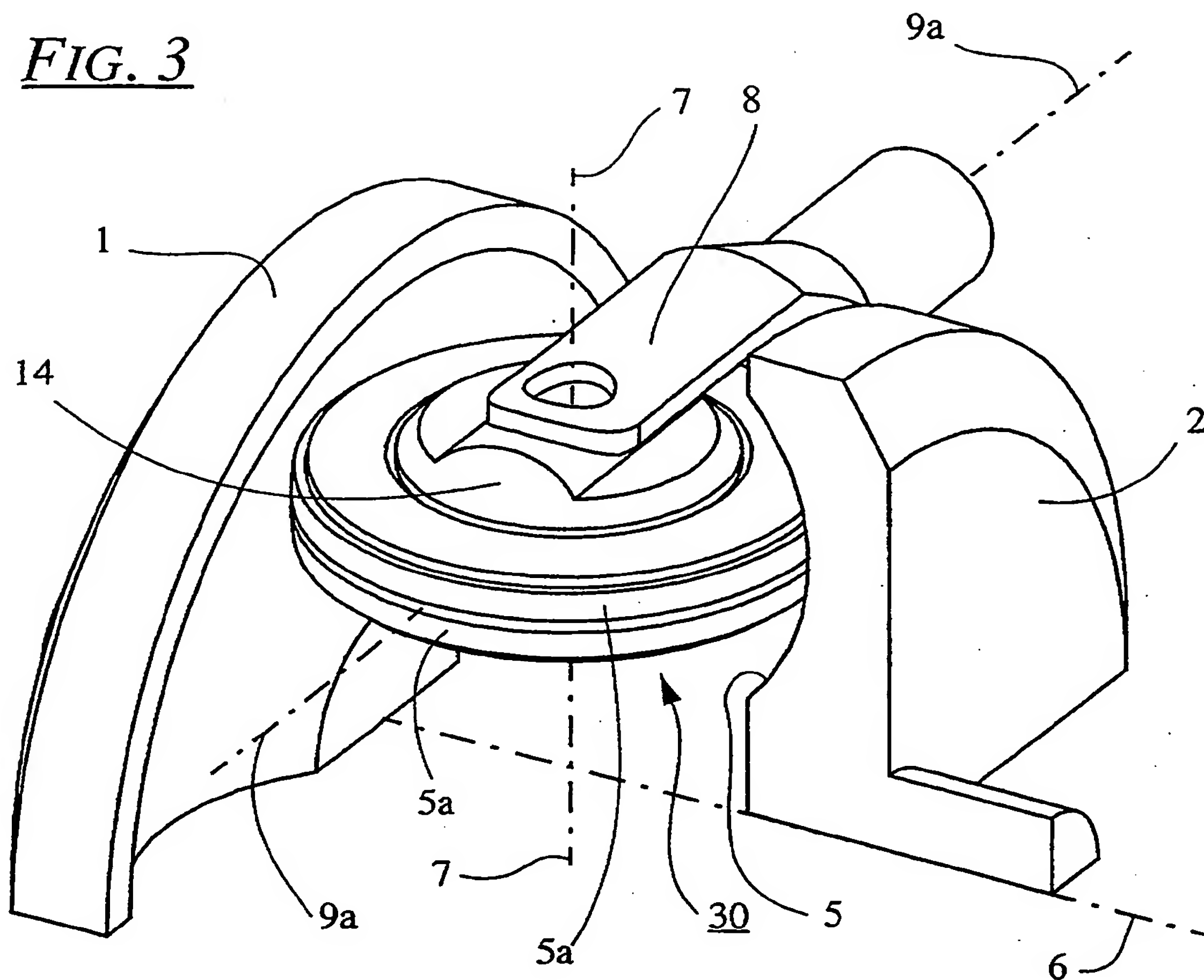


FIG. 4

